

УДК 621.83.062.1

**В. Б. САМОРОДОВ**, д-р техн. наук, проф. НТУ «ХПИ»;  
**С. А. ШУБА**, ст. преп. НТУ «ХПИ»;  
**О. И. ДЕРКАЧ**, ст. преп. НТУ «ХПИ»;  
**И. В. ЯЛОВОЛ**, асс. НТУ «ХПИ»;  
**Е. А. РЯБИЧЕНКО**, асс. НТУ «ХПИ»

## **БЕССТУПЕНЧАТАЯ ГИДРООБЪЕМНО-МЕХАНИЧЕСКАЯ ТРАНСМИССИЯ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА КЛАССИЧЕСКОЙ КОМПОНОВКИ**

Выполнено расчетно-теоретическое обоснование оригинальной бесступенчатой гидрообъемно-механической трансмиссии для применения в колесном сельскохозяйственном тракторе классической компоновки. Определены основные характеристики трактора с бесступенчатой ГОМТ при движении на первом тяговом и втором транспортном скоростных диапазонах при реализации полной мощности двигателя.

**Ключевые слова:** трактор, бесступенчатая трансмиссия, гидроагрегаты, скоростной диапазон.

**Введение.** Мировой рынок тракторов с каждым годом увеличивает продажи тракторов, оснащенных бесступенчатыми трансмиссиями. Подавляющее число тракторов с бесступенчатыми трансмиссиями оснащены двухпоточными гидрообъемно-механическими трансмиссиями (ГОМТ), основными преимуществами которых являются простота конструкции, высокая эргономичность, удобство управления, возможность выбора оптимальной скорости трактора и режима работы двигателя.

В Украине, впервые на постсоветском пространстве, готовится выпуск отечественного образца трактора с бесступенчатой гидрообъемно-механической трансмиссией.

**Анализ последних достижений и публикаций.** Фундаментальные основы моделирования работы бесступенчатых ГОМТ представлены в работах [1-4]. Критический обзор работ в этом направлении дан в статье [5], где также рассмотрены и проанализированы особенности схем и конструкций ГОМТ существующих западных образцов. В работе [6] предложен системный поэтапный подход к автоматизированному анализу, синтезу и проектированию гидрообъемно-механических трансмиссий, расчетно-теоретическая технология трансформации первоначальной кинематической схемы ГОМТ в 2-D и 3-D эскизные проекты трансмиссии и техническую документацию для их изготовления.

Большое количество работ посвящено разработке конкретных схем бесступенчатых трансмиссий, вопросам создания их математических моделей, анализу результатов моделирования работы тракторов, оснащенных такими трансмиссиями. Основными из них являются работы [6-9].

**Цель и постановка задачи.** Целью данной работы является расчетно-теоретическое обоснование оригинальной бесступенчатой ГОМТ для применения в колесном сельскохозяйственном тракторе классической компоновки путем определения основных выходных параметров трансмиссии при реализации полной эксплуатационной мощности двигателя.

**Описание и обоснование выбранной конструкции.** ГОМТ устанавливается в составе силового блока с двигателем на сельскохозяйственный колесный трактор

© В. Б. Самородов, С. А. Шуба, О. И. Деркач, И. В. Яловол, Е. А. Рябиченко, 2012

классической компоновки. Опытный образец ГОМТ будет установлен на трактор МТЗ-3022 (масса 12-16 т), оснащенный дизельным двигателем BF06M1013FC (DEUTZ) мощностью 303 л.с. (223 кВт) [10].

На основании расчетно-теоретического анализа [6] из альтернативных вариантов кинематических схем была выбрана оптимальная [11] для тракторов с мощностью двигателя в диапазоне 300-350 л.с. схема бесступенчатой ГОМТ с дифференциалом на выходе и двумя управляемыми гидроагрегатами. Кинематическая схема трансмиссии представлена на рис. 1.

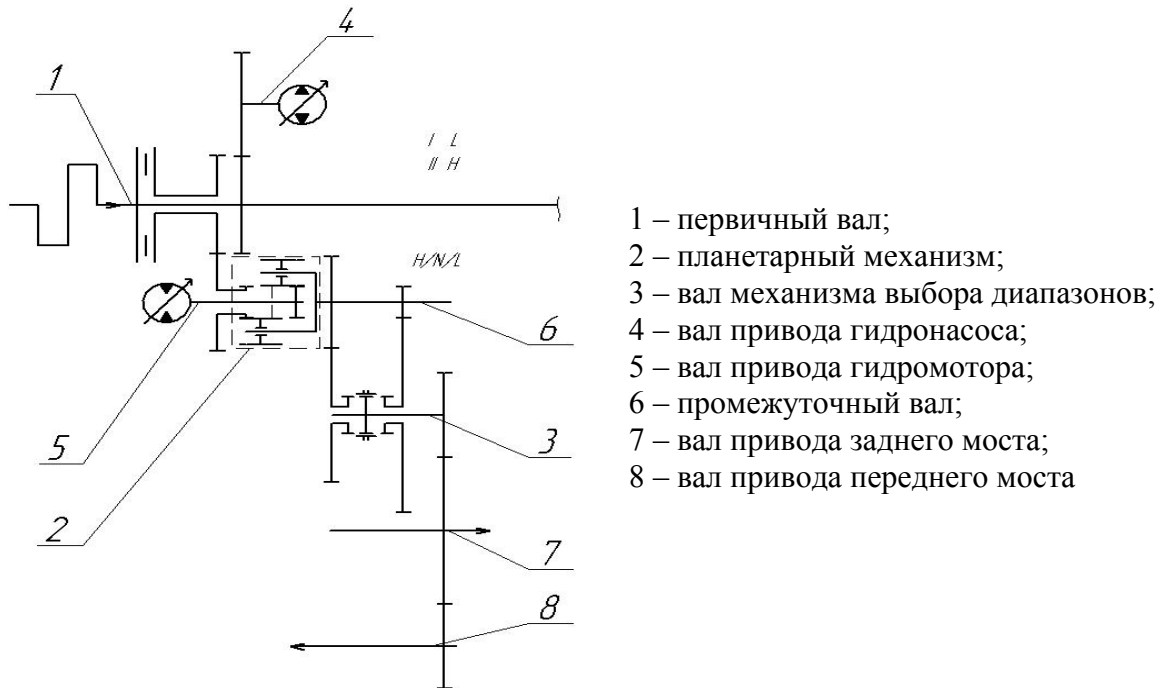


Рисунок 1 – Кинематическая схема трансмиссии с дифференциалом на выходе из ГОП и двумя управляемыми гидроагрегатами

ГОМТ обеспечивает работу трактора на двух скоростных диапазонах – со скоростями от 0 до 20,8 км/ч на первом тяговом диапазоне и со скоростями от 0 до 60 км/ч на втором транспортном диапазоне, при этом обеспечивается бесступенчатое изменение скорости внутри каждого из них. Движение трактора задним ходом осуществляется регулированием наклонного блока гидромотора при максимальной подаче регулируемого гидронасоса, что не требует применения в конструкции дополнительных механических передач. Всей совокупности режимов работы трактора удовлетворяют гидроагрегаты фирмы «SAUER-DANFOSS» (регулируемый гидронасос типа H1P 165 объемом 165 см<sup>3</sup> и регулируемый гидромотор типа 51V 250 объемом 250 см<sup>3</sup>)

На рис. 2-3 представлены результаты расчетов динамического фактора  $D$ , КПД трансмиссии  $\eta_{тр}$ , крюковой нагрузки  $P_{кр}$ , буксования переднего  $\delta_{пм}$  и заднего  $\delta_{зм}$  мостов, а также перепада давления  $\Delta P$  в магистралях высокого давления гидрообъемной передачи при работе трактора с представленной ГОМТ с полной массой 16 т (с учетом балластирования) при движении с действительной скоростью  $V_d$  с полной загрузкой двигателя  $N_d$ . Угловая скорость коленчатого вала двигателя 220 рад/с (2100 об/мин).

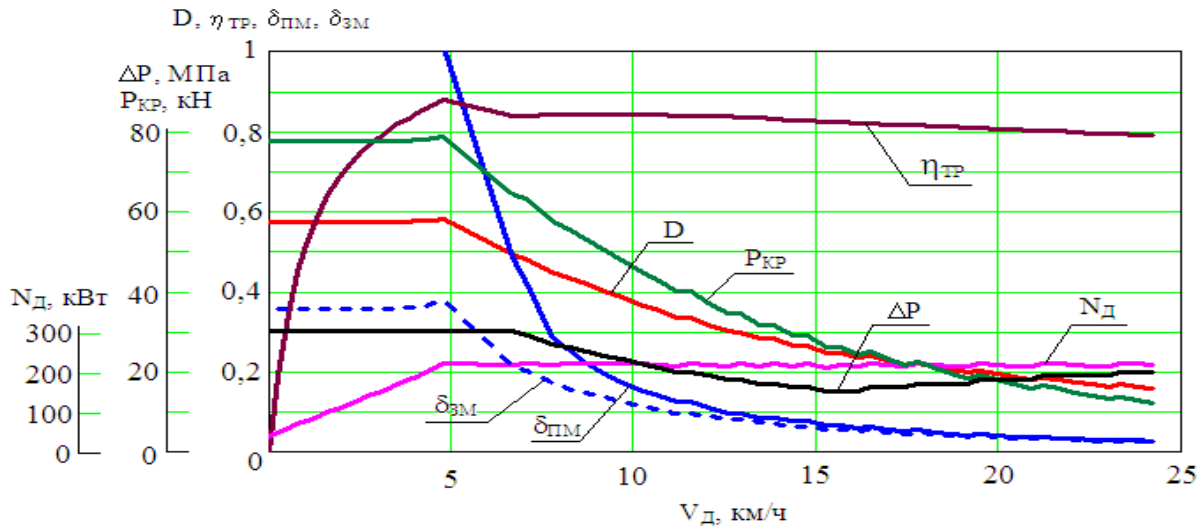


Рисунок 2 – Основные характеристики трактора с бесступенчатой ГОМТ при движении на первом тяговом скоростном диапазоне

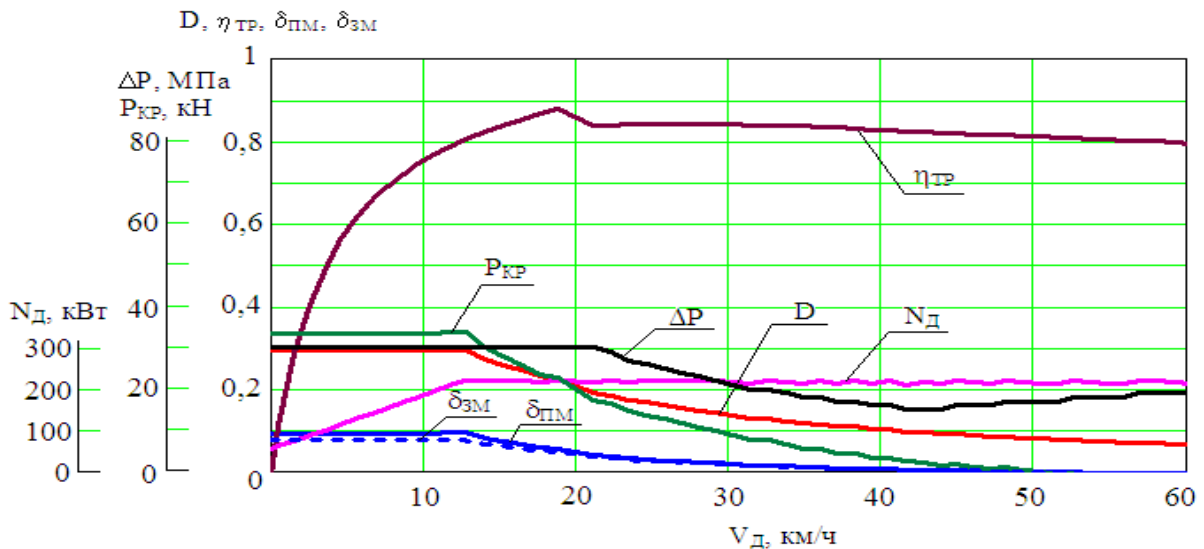


Рисунок 3 – Основные характеристики трактора с бесступенчатой ГОМТ при движении на втором транспортном скоростном диапазоне

Из рис. 2 видно, что при  $P_{кр}=50$  кН (что соответствует классу 5 данного трактора) скорость трактора 9 км/ч, динамический фактор равен 0,4, что является режимом для выполнения тяжелых тяговых операций при среднем значении буксования по мостам 0,14-0,15, что не превосходит ограничения по экологическим нормам. При движении со скоростью 15-20 км/ч динамический фактор составляет 0,2-0,28, что обеспечивает выполнение трактором скоростных тяговых работ типа культивация, боронование. КПД трансмиссии в обоих случаях находится в зоне максимальных значений (0,84...0,85).

Рис. 3 показывает, что трактор может развивать тягу на крюке при движении со скоростью до 50 км/ч. Способность преодолевать сопротивление качению трактор сохраняет во всем скоростном диапазоне вплоть до 60 км/ч. КПД трансмиссии на втором транспортном диапазоне при полной нагрузке двигателя также сохраняется на высоком уровне (0,8...0,83 при транспортных скоростях 20-60 км/ч).

### Выводы

1. Выполнено расчетно-теоретическое обоснование оригинальной бесступенчатой ГОМТ для применения в колесном сельскохозяйственном тракторе классической компоновки.
2. Определены основные характеристики трактора с бесступенчатой ГОМТ при движении на первом тяговом и втором транспортном скоростных диапазонах при реализации полной мощности двигателя.
3. Установлено, что трактор может выполнять весь комплекс тяговых и технологических операций, свойственных сельскохозяйственному трактору общего назначения тягового класса 5.

**Список литературы:** 1. Петров В.А. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин. - М.: Машиностроение, 1988. - 248 с. 2. Объемные гидромеханические передачи: Расчет и конструирование / О.М. Бабаев, Л.И. Игнатов, Е.С. Кисточкин и др.-Л.: Машиностроение, 1987.-256 с. 3. Александров Е.Е., Самородов В.Б., Волонцевич Д.О., Палащенко А.С. Колесные и гусеничные машины высокой проходимости. В 10-ти томах. Том 3: Бесступенчатые трансмиссии: расчет и основы конструирования. – Харьков, ХГПУ, 1997. –185с. 4. Динамика транспортно-тяговых колесных и гусеничных машин / Александров Е.Е., Самородов В.Б., Лебедев А.Т., и др. – Харьков: ХГАДТУ, 2001.-642 с. 5. Самородов В.Б., Rogov A.B., Бурлыга М.Б. Самородов В.В. Критический обзор работ в области тракторных гидрообъемно-механических трансмиссий // Вестник НТУ «ХПИ». Тематический выпуск «Автомобиле- и тракторостроение». – 2003. –№ 4, с. 3-19. 6. Самородов В.Б., Rogov A.B., Науменко А.В., Постный В.А. и др. Комплексный подход к автоматизированному анализу, синтезу и проектированию гидрообъемно-механических трансмиссий // Вестник НТУ «ХПИ». Тематический выпуск «Автомобиле- и тракторостроение». – 2002. – №10. – Т.1. – С. 3-16. 7. Самородов В.Б., Rogov A.B. Обоснование оптимальных конструктивных параметров бесступенчатой трансмиссии трактора // Вестник НТУ «ХПИ». Тематический выпуск «Автомобиле- и тракторостроение». – 2010. –№ 1, с. 8-14. 8. Самородов В.Б., Шуба С.А. Двухпоточная тракторная гидрообъемно-механическая трансмиссия: математическое моделирование и эскиз конструкции // Тематический выпуск «Автомобиле- и тракторостроение». – 2005. –№ 10, с. 18-24. 9. Самородов В.Б., Деркач О.И., Шуба С.А., Колодяжный А.В. Выбор кинематических схем ГОМТ разных типов для сельскохозяйственного трактора класса 1,4 // Тематический выпуск «Автомобиле- и тракторостроение». – 2011. –№ 56, с. 3-8. 10. Самородов В.Б., Шуба С.А., Деркач О.И. Бесступенчатая двухпоточная гидрообъемно-механическая коробка передач для трактора с двигателем мощностью 300-350 л.с. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2012. –№ 3, с. 10-13. 11. Самородов В.Б., Шуба С.А. Методика определения оптимальной схемы для бесступенчатой гидрообъемно-механической трансмиссии трактора с использованием весовых коэффициентов критериев оценки // Тематический выпуск «Автомобиле- и тракторостроение». – 2010. –№ 33, с. 22-27.

Поступила в редколлегию 12.10.2012

УДК 621.83.062.1

**Бесступенчатая гидрообъемно-механическая трансмиссия колесного трактора классической компоновки / В. Б. Самородов, С. А. Шуба, О. И. Деркач, И. В. Яловол, Е. А. Рябиченко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Автомобіле- та тракторобудування, 2012. – № 60 (966). – С. 3–6. – Бібліогр.: 11 назв.**

Виконано розрахунково-теоретичне обґрунтування оригінальної безступінчастої гідрооб'ємно-механічної трансмісії для застосування в колісному сільськогосподарському тракторі класичної компоновки. Визначено основні характеристики трактора з безступінчастою ГОМТ при русі на першому тяговому й другому транспортному швидкісних діапазонах при реалізації повної потужності двигуна.

**Ключові слова:** трактор, безступінчаста трансмісія, гідроагрегати, швидкісний діапазон.

It is executed accounting-theoretical motivation original continuously variable hydro-volumetric mechanical transmission for using in wheel agricultural tractor of the classical arrangement. The main features of the tractor with continuously variable hydro-volumetric mechanical transmission are determined when moving on the first tractive and second transport speed range at realization maximal aggregate capacity.

**Key words:** tractor, continuously variable transmission, hydromachines, speed range.